



#5 030

Law Offices  
**Jordan and Hamburg LLP**  
Chanin Building  
122 East 42nd Street  
New York, N. Y. 10168

C. Bruce Hamburg  
Frank J. Jordan

Herbert F. Ruschmann  
Jacqueline M. Steady<sup>1</sup>  
Derek S. Jessen  
Marvin Turken, P.C.  
Alfred D'Andrea, P.C.<sup>2</sup>

Of Counsel

Thomas M. Furth  
Lawrence I. Wechsler

Paralegal

Michelle C. Ramos

<sup>1</sup>Pa. Bar only

<sup>2</sup>Va. and D.C. Bars only

Telephone (212) 986-2340  
Facsimile (212) 953-7733

August 8, 2001

Patents, Trademarks  
and Copyrights

email: jandh@ipattorneys.com  
jandh@iplaw-worldwide.com

www.iplaw-worldwide.com

Telex 237057 JAH UR

Cable Address: PATENTMARK

Washington Office  
Suite 520

2361 Jefferson Davis Highway  
Arlington, Virginia 22202

Assistant Commissioner for Patents  
United States Patent and Trademark Office  
Washington, D.C. 20231

Re: Application of : Yutaka SASAKI et al.  
Serial No. : 09/854,758  
Filed : May 14, 2001  
For : ADD-DROP MULTIPLEXER WITH SIGNAL  
AMPLIFICATION ABILITY  
Our Ref. : F-6977

Sir:

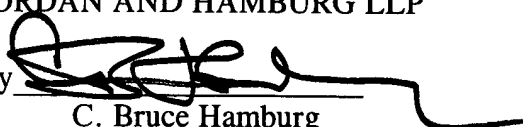
A right of priority under 35 U.S.C §119 is hereby claimed based on applicant's following corresponding foreign application(s):

<u>Country</u>	<u>No.</u>	<u>Filing Date</u>
Japan	2000-183723	May 16, 2000

A certified copy of said foreign application is annexed hereto.

Respectfully submitted,

JORDAN AND HAMBURG LLP

By   
C. Bruce Hamburg  
Reg. No. 22,389  
Attorney for Applicants

CBH/mk  
Enc.

Certificate of Mailing Under 37 CFR 1.8

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to ASSISTANT COMMISSIONER FOR PATENTS, WASHINGTON, DC 20231 on August 8, 2001

C. Bruce Hamburg  
(Name)

  
(Signature)



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

Jordan & Hamουργ  
F6977  
212986-2340  
Yutaka SASAKI et al  
091854,758  
8/7/01

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年 5月16日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-183723

出 願 人

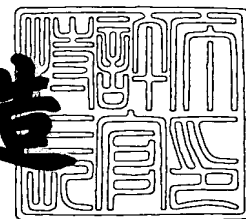
Applicant(s):

佐々木 豊

2001年 7月 3日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3062161

【書類名】 特許願

【整理番号】 IUSH1001

【提出日】 平成12年 5月16日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G02B 27/00

【発明の名称】 光増幅機能を有する a d d - d r o p マルチプレクサ

【請求項の数】 1

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市中成沢町4丁目12番1号 茨城大学工学  
部システム工学科内

【氏名】 佐々木 豊

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市中成沢町4丁目12番1号 茨城大学工学  
部システム工学科内

【氏名】 横田 浩久

【発明者】

【住所又は居所】 茨城県日立市中成沢町4丁目12番1号 茨城大学工学  
部システム工学科内

【氏名】 里田 吉隆

【特許出願人】

【住所又は居所】 茨城県日立市中成沢町4丁目12番1号 茨城大学工学  
部システム工学科内

【氏名又は名称】 佐々木 豊

【電話番号】 0294-38-5185

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光増幅機能を有する a d d - d r o p マルチプレクサ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 2つのグレーティング内蔵型光カップラと2つの光増幅器の構成により、励起光の除去を特徴とする a d d - d r o p 機能を有するマルチプレクサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ファイバのコアおよびその近傍にグレーティング（屈折率の周期的振動）を形成したグレーティングフィルタを用いて構成される光カップラに関するものである。

【0002】

本発明は、光通信の分野で貢献すると思われる。特に、波長多重伝送において特定の波長のみを取り出す、あるいは、特定の波長の信号を追加する場合に有用な技術である。

【0003】

【従来の技術】

以下に従来の透過型の光フィルタについて述べる。

一般に、光通信の分野では、透過型の光フィルタが必要なことが多いので、所定の波長帯域を透過させるためには、光ファイバグレーティングフィルタを光サーキュレータ等の光部品と組み合わせて使用する必要があった。図8は、光ファイバグレーティングフィルタの模式図を示す。また、図9は、光ファイバグレーティングフィルタの一般的な反射特性を示す。光ファイバ21に形成される光ファイバグレーティングフィルタ22は、所定の波長の光を反射し、その他の波長を透過させる機能を有し、狭帯域で波長選択性に優れかつ挿入損失がほとんど無い特徴を有する反射型フィルタである。通常の反射帯域は、1nm程度であるが、特殊な製法を用いれば0.2nm～10nmの帯域も実現可能である。図10は、光ファイバ31の経路において、光サーキュレータ33と光ファイバグレー

ティングフィルタ 3 2 を組み合わせて、透過型の光フィルタを構成した例を示す。ポート①から入射した信号はポート②へ出力されるが、ポート②の途中で光ファイバグレーティングフィルタ 3 2 を設けると特定の波長（ここでは波長  $\lambda B$ ）のみ反射され再度光サーキュレータ 3 3 側に戻ってポート③から出力される。もし、ポート①から波長多重された複数の信号を入力すれば、波長  $\lambda B$  に対応する信号のみがポート③から出力されて、他の波長に対応する信号は全てポート②から出力される。すなわち、特定の波長  $\lambda B$  の信号を多重分離できる。

## 【 0 0 0 4 】

また、図 1 1 は光ファイバ 4 1 の経路において、光ファイバグレーティングフィルタ 4 2 と光ファイバカップラ 4 3 を組み合わせて透過型の光フィルタを構成した例を示す。この例では、ポート①から入力した信号は光ファイバカップラ 4 3 で半分ずつ分かれポート③、ポート④に出力される。ポート③では光ファイバグレーティングフィルタ 4 2 で反射されて、波長  $\lambda B$  に対応する信号が光ファイバカップラ 4 3 に再入力され、再び半分に分かれてポート①およびポート②に出力される。したがって、ポート②では入力された信号の  $1/4$  が出力されることとなる。この場合も、ポート①から波長多重された複数の信号を入力すれば、波長  $\lambda B$  に対応する信号のみがポート②から出力されて、他の波長に対応する信号は全てポート③から出力され、特定の波長  $\lambda B$  の信号を多重分離できる。

## 【 0 0 0 5 】

また、図 1 2 は光ファイバ 5 1 の経路において、光ファイバカップラ 5 3 の溶融延伸部に光ファイバグレーティングフィルタ 5 2 を形成して透過型の光フィルタを構成した例を示す。この例では、ポート①から入力した信号は光ファイバカップラ 5 3 によりポート④に出力されるが、光ファイバカップラ 5 3 の溶融延伸部分に光ファイバグレーティングフィルタ 5 2 を設けると特定の波長  $\lambda B$  のみが反射され、ポート②に出力される。この場合も、ポート①から波長多重された複数の信号を入力すれば、波長  $\lambda B$  に対応する信号のみがポート②から出力されて、他の波長に対応する信号は全てポート④から出力され、特定の波長  $\lambda B$  の信号を多重分離できる。

## 【 0 0 0 6 】

【発明が解決しようとする課題】

上記の従来技術における問題点は、以下のとおりである。

まず、光ファイバグレーティングフィルタ 3 2 と光サーキュレータ 3 3 を組み合わせて用いる図 1 0 の方法では、挿入損失がポート①からポート③間で 2 d B 程度で、特性的には優れているものの、光サーキュレータ 3 3 が高価であるという問題点があげられる。

【0 0 0 7】

また、光ファイバグレーティングフィルタ 4 2 と光ファイバカップラ 4 3 との組み合わせによる図 1 1 については、光ファイバカップラ 4 3 は光サーキュレータ 3 3 に比べれば、安価なデバイスではあるが、挿入損失は最低でも 6 d B (すなわち 1 / 4) となる。さらに、ポート③から出力される伝送信号全体が 3 d B (すなわち 1 / 2) 低下する。

【0 0 0 8】

さらに、光ファイバグレーティングフィルタ 5 2 と光ファイバカップラ 5 3 との組み合わせによる図 1 2 については、ポート②へ出力される特定の波長  $\lambda$  B の信号が、ポート①やポート④にも出力されて、ポート②へ出力される特定の波長  $\lambda$  B の信号は最低でも、0. 4 d B (すなわち 9 / 1 0) 低下する。

【0 0 0 9】

本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、グレーティング内蔵型光カップラと光増幅器から構成され、信号の多重分離のみならず特定の波長を追加する機能を有し、不要になった励起光を有効に取り除くことができ、取り出す信号光効率の低下の影響を抑えることが可能となる。更に出来上がったデバイスは、上記の光サーキュレータ等の光部品を使用せず、全て光ファイバにより構成されるため伝送路との親和性がよく、低接続損失で安価な波長多重伝送システムを提供することを目的とする。

【0 0 1 0】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために本発明の光増幅機能を有する a d d - d r o p マルチプレクサは、2 つの同一構造を持つグレーティング内蔵型光カップラと 2 つの

光増幅器により構成させることを特徴とするものである。

【0011】

また、本発明のグレーティング内蔵型光カップラは、ファイバカップラの溶融延伸部分にファイバグレーティングを形成したファイバカップラにおいて、グレーティングのピッチは長さ方向で均一構造であり、アポダイゼーションし、グレーティング長が2.0mm、誘起屈折率変化が0.001であることを特徴とするものである。ここで、アポダイゼーションとは、図13に示すように光ファイバの長手方向においてグレーティングの誘起屈折率変化に窓関数を用いる者である。

【0012】

【発明実施の形態】

以下に図面を参照して本発明の実施の形態例を詳細に説明する。

図1には、本発明の一実施形態例の構成図を示す。この光デバイスは2つの同一構造を持つ光ファイバグレーティングカップラと2つの光増幅器を左方から、光増幅器、光ファイバグレーティングカップラ（左）、光ファイバグレーティングカップラ（右）、光増幅器の順に配置したものである。

【0013】

図1において、左方からの信号光は光増幅器により増幅され、光ファイバグレーティングカップラ（左）のポート1に入力される。ついで、光ファイバグレーティングカップラのBragg波長に対応する信号光のみがポート2に分波され、それ以外の信号光はポート4に出力される。次に、この出力された信号光は、左側のものとは対称に配置された光ファイバグレーティングカップラ（右）のポート4に入力され、さらにポート1へと出力される。またBragg波長に対応する信号光は、ポート2から合波され、ポート1に出力される。したがって、全ての信号光は一緒になって出力端の光増幅器により再度増幅され、本線に出射される。このとき、それぞれの光増幅器に用いられた励起光はおのおのの光ファイバグレーティングカップラのポート3に出力し、減衰される。

【0014】

図2には、テーパ形状の光ファイバカップラの側面図を示し、図3には、溶融

延伸された光ファイバカップラの断面図を示す。ここで、11は光ファイバ、12は光ファイバグレーティングを形成したフィルタ、C0は熔融延伸されていない光ファイバ2本の幅、Cminは熔融延伸された光ファイバカップラの最も細い部分の幅、Lcは熔融延伸された光ファイバカップラのテーパ部分の長さ（ここでは、 $0.9C0$ 以下となる部分の長さ）、Lgはグレーティングの長さである、また、C0とCminの比を延伸比 $\tau$ とした。

## 【0015】

図1におけるグレーティング内蔵型光カップラの作製法は以下のとおりである。まず、2本の光ファイバ11を加熱熔融延伸法により、熔融延伸して光ファイバカップラを作製する。次に、グレーティングの形成位置を決定する。本発明では、グレーティングはテーパ部の中心に対し対称に形成されているものとする。グレーティングの形成方法は、二光束干渉法もしくは位相マスク法を用いて、波長 $244\text{ nm}$ 近傍の紫外光を側面から照射し、干渉により照射光の強度縞をつくる。紫外光の強度に応じて光ファイバコア部の誘起屈折率が変化するため、グレーティングが形成される。本実施形態では、対象とする信号波長を $1.55\text{ }\mu\text{ m}$ 帯にしたので、干渉縞のピッチは約 $0.5\text{ }\mu\text{ m}$ とした。

## 【0016】

まず、光ファイバカップラの作製においては、用いた光ファイバ11はコアにGe（ゲルマニウム）、クラッドにGeとF（フッ素）を添加した光ファイバである。光ファイバ11のコアおよびクラッドの屈折率は、それぞれ、 $1.4624$ および $1.4580$ である。作製した光ファイバカップラは、波長依存性のあるカップラであり、例えば、図1においてポート①から波長 $1.55\text{ }\mu\text{ m}$ 帯の信号を入力すると、ポート④へ出力される、という特性を有する。光ファイバカップラのテーパ部分の長さLcは、約 $20\text{ mm}$ である。

## 【0017】

グレーティング長を $2\text{ mm}$ とし、延伸比が $0.1$ 、 $0.15$ 、 $0.2$ において光ファイバカップラのテーパの長さを変化させてグレーティング内蔵型光カップラを作製した。このとき誘起屈折率変化は、 $0.001$ とした。各場合においてBragg波長のポート2への出力効率図4、励起光のポート3への出力効率を図



5に示す。B r a g g波長は1. 5 4 5  $\mu$  mとし、励起光波長の波長は0. 9 8  $\mu$  mとした。

【0 0 1 8】

延伸比0. 1、テーパの長さ2 0. 5 mmのとき、B r a g g波長のポーと2への出力効率6 7. 6 %、励起光波長のポート3への出力効率は9 9. 9 %となる。このとき0. 9 8  $\mu$  m帯のポート3への出力特性を図6、1. 5 4 5  $\mu$  m帯のポート2への出力特性を図7に示す。

【0 0 1 8】

本結果より、カップラのテーパの形状を変化させることにより、光増幅用の励起光をほぼ1 0 0 %取り除き、なおかつ、増幅される信号光の中からB r a g g波長に対応する信号光を合波または分波することが可能となる。

【0 0 1 9】

【発明の効果】

以上述べたように本発明によれば、信号の多重分離のみならず特定の波長を追加する機能を有し、不要になった励起光を有効に取り除くことができ、取り出す信号光の影響を抑えることが可能となる。更に、出来上がったデバイスは、サーキュレータ等の光部品を使用せず、全て光ファイバにより構成されているため伝送路との親和性がよく、低接続損失で安価な波長多重伝送システムを提供するデバイスとなり得る。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の一実施形態例を示す構成説明図である。

【図 2】

本発明の一実施形態例に係るテーパ形状の光ファイバカップラを示す側面図である。

【図 3】

本発明の一実施形態例に係る溶融延伸された光ファイバカップラを示す断面図である。

【図 4】

本発明の一実施形態例に係る B r a g g 波長のポート 2 への出力特性を示す特性図である。

【図 5】

本発明の一実施形態例に係る励起光波長のポート 3 への出力特性を示す特性図である。

【図 6】

本発明の一実施形態例に係る出力波長特性（延伸比：0.1、テーパの長さ：20.5 mm、波長帯：0.98  $\mu$ m）を示す特性図である。

【図 7】

本発明の一実施形態例に係る出力波長特性（延伸比：0.1、テーパの長さ：20.5 mm、波長帯：1.55  $\mu$ m）を示す特性図である。

【図 8】

従来の光ファイバグレーティングフィルタを示す構成説明図である。

【図 9】

従来の光ファイバグレーティングフィルタの反射特性を示す特性図である。

【図 10】

従来の光サーキュレータと組み合わせて透過形光フィルタを構成した例を示す構成説明図である。

【図 11】

従来の光ファイバカップラと組み合わせて透過形光フィルタを構成した例を示す構成説明図である。

【図 12】

従来の光ファイバカップラの溶融延伸部にグレーティングを形成した透過形光フィルタを構成した例を示す構成説明図である。

【図 13】

本発明の他の実施形態例に係る光ファイバグレーティングフィルタにおける、アポダイゼーションを示す説明図である。

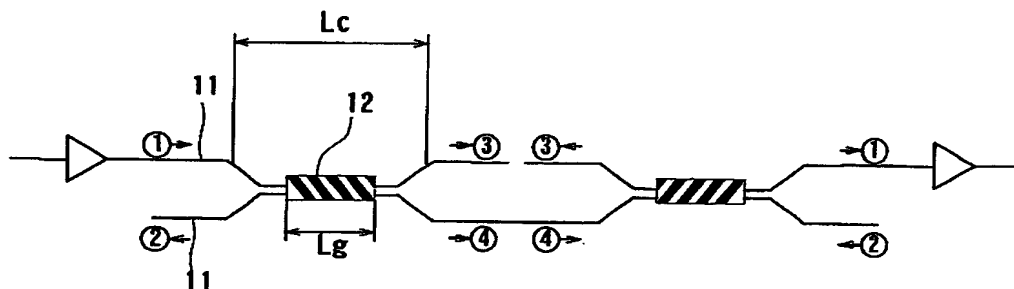
【符号の説明】

1 1 光ファイバ

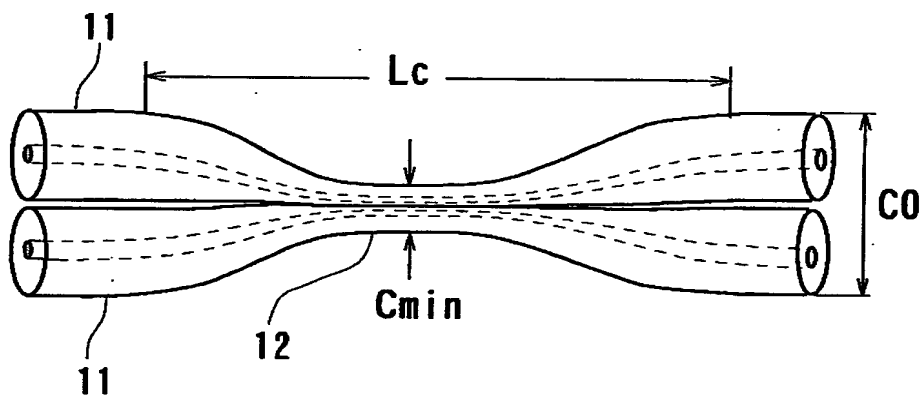
- 1 2 光ファイバグレーティングを形成したフィルタ
- 2 1 光ファイバ
- 2 2 光ファイバグレーティングフィルタ
- 3 1 光ファイバ
- 3 2 光ファイバグレーティングフィルタ
- 3 3 光サーキュレータ
- 4 1 光ファイバ
- 4 2 光ファイバグレーティングフィルタ
- 4 3 光ファイバカップラ
- 5 1 光ファイバ
- 5 2 光ファイバグレーティングフィルタ
- 5 3 光ファイバカップラ

【書類名】 図面

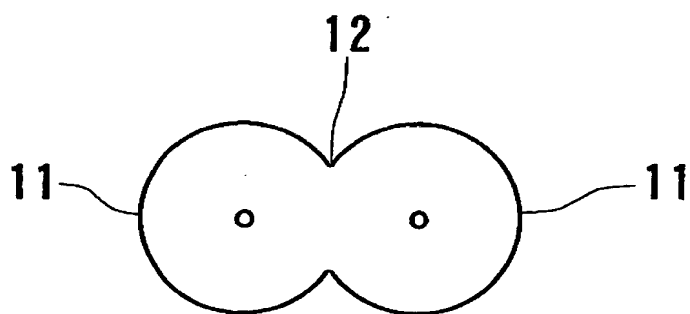
【図 1】



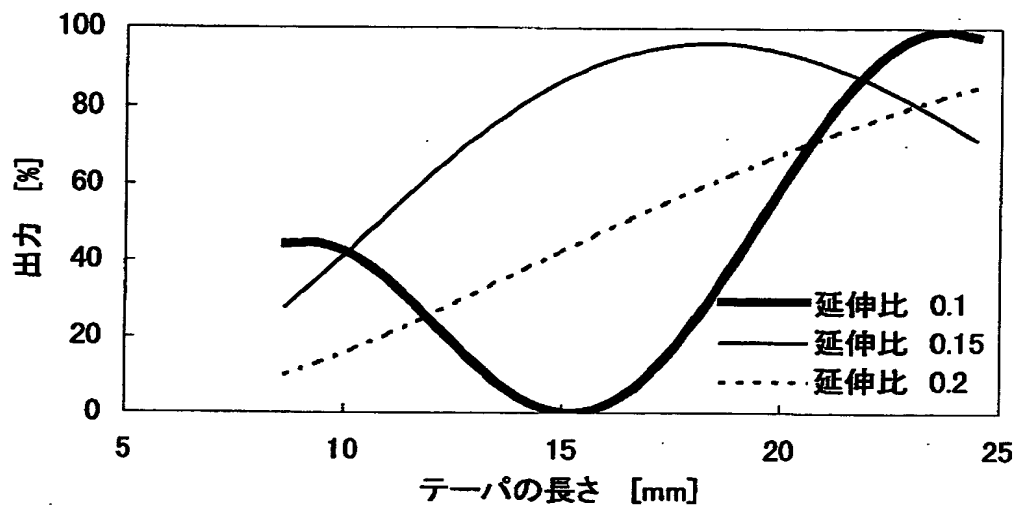
【図 2】



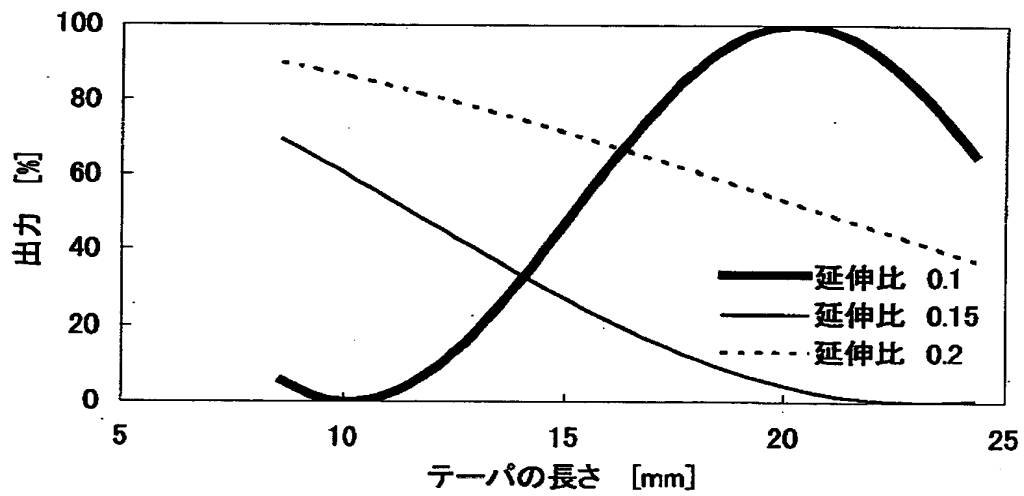
【図 3】



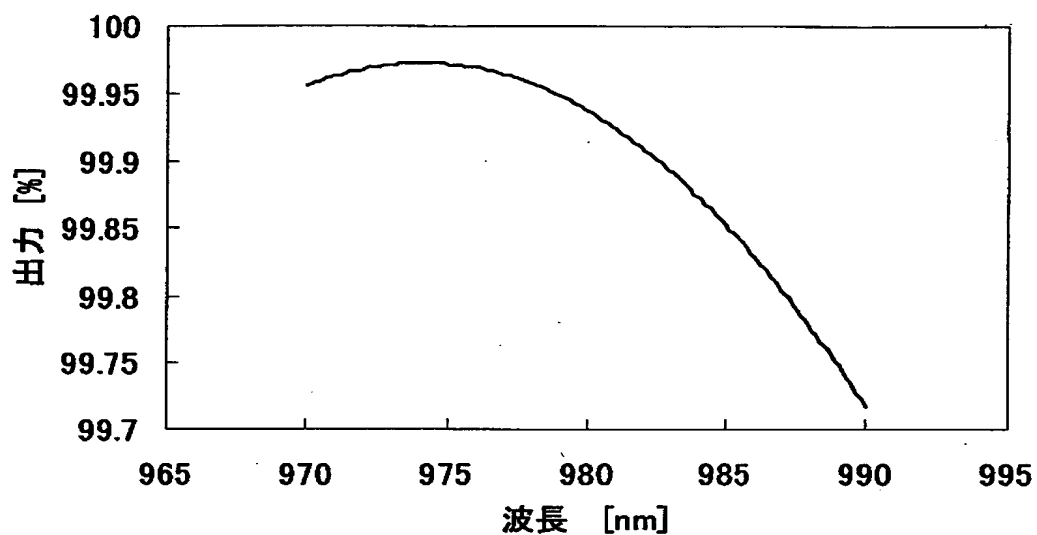
【図 4】



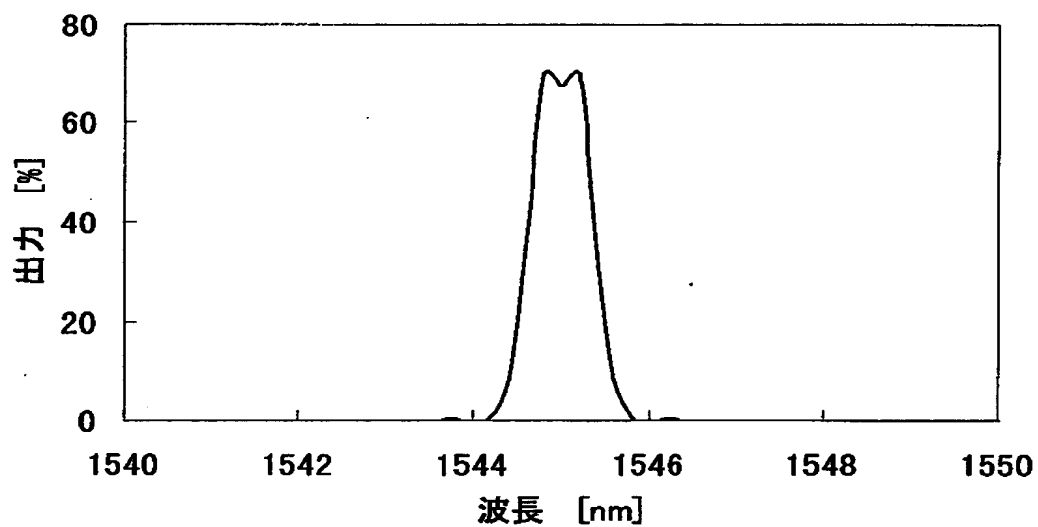
【図 5】



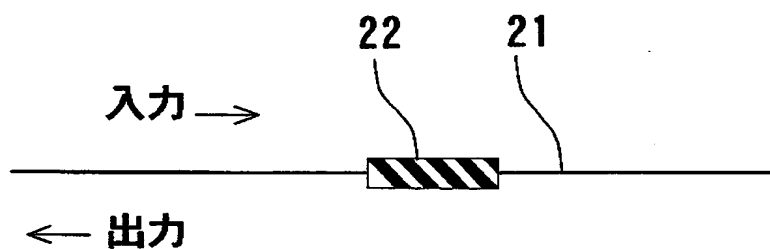
【図 6】



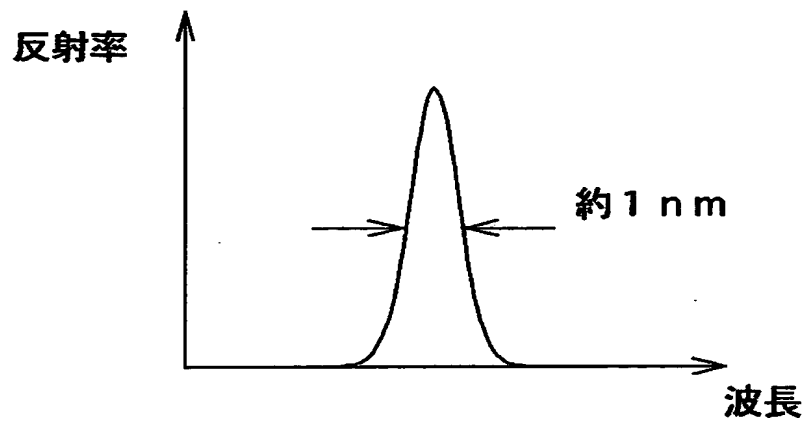
【図 7】



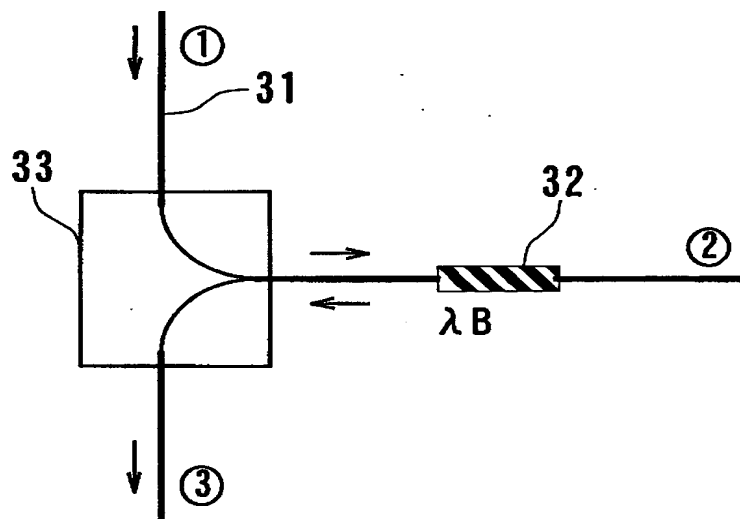
【図 8】



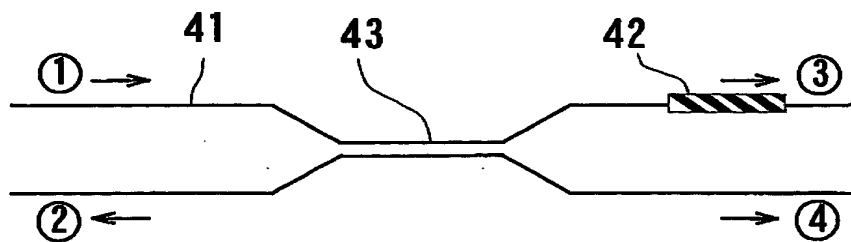
【図 9】



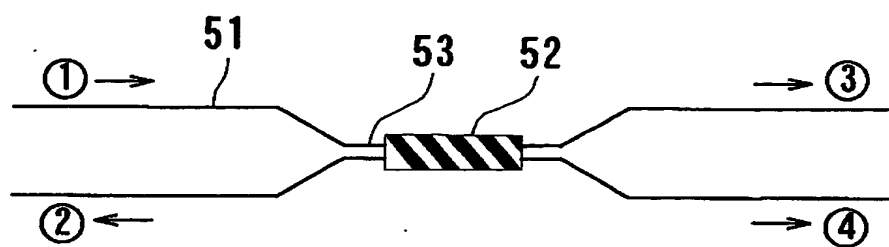
【図 1 0】



【図 1 1】

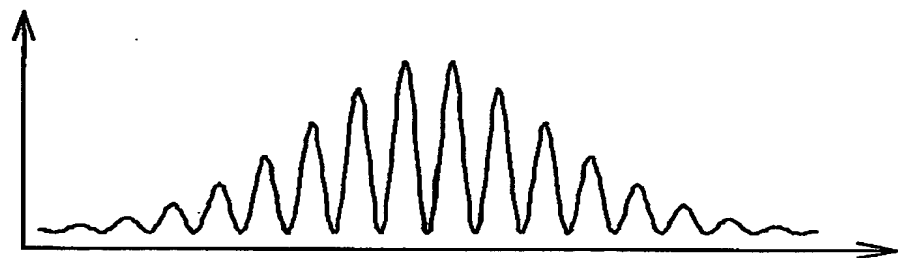


【図 12】



【図 13】

誘起屈折率変化量



ファイバ長手方向位置



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 本発明の課題は、グレーティング内蔵型光ファイバカップラと光増幅器を用いて、光サーキュレータ等を使用せずに特定の波長を高効率に多重分離し得、且つ特定の波長の信号を高効率に追加する機能を実現し得、しかもデバイスを安価に得る波長多重伝送システムを提供することにある。

【解決手段】 本発明は、2つの同一構造を持つグレーティング内蔵型光カップラと2つの光増幅器により構成されるものであり、光ファイバカップラの溶融延伸部分にファイバグレーティングを形成したファイバカップラにおいて、グレーティングのピッチは長さ方向で均一構造であり、延伸比が1.0、テーパの長さが20.5mmであることを特徴とする。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-183723
受付番号	20000930019
書類名	特許願
担当官	後藤 正規 6395
作成日	平成12年 9月18日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】	申請人
【識別番号】	598054049
【住所又は居所】	茨城県日立市中成沢町4丁目12番1号 茨城大 学工学部システム工学科内
【氏名又は名称】	佐々木 豊

【書類名】 手続補正書

【提出日】 平成12年 7月25日

【あて先】 特許庁長官 殿

【事件の表示】

【出願番号】 特願2000-183723

【補正をする者】

【住所又は居所】 茨城県日立市中成沢町4丁目12番1号 茨城大学工学  
部システム工学科内

【氏名又は名称】 佐々木 豊

【電話番号】 0294-38-5185

【発送番号】 047222

【手続補正 1】

【補正対象書類名】 特許願

【補正対象項目名】 特許出願人

【補正方法】 追加

【補正の内容】

【その他】 本件手続きをしたことに相違ありません。

【書類名】 手続補正書  
【提出日】 平成12年11月 9日  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【事件の表示】  
    【出願番号】 特願2000-183723  
【補正をする者】  
    【識別番号】 598054049  
    【氏名又は名称】 佐々木 豊  
【発送番号】 071302  
【手続補正 1】  
    【補正対象書類名】 手続補正書  
    【補正対象項目名】 補正をする者  
    【補正方法】 追加  
    【補正の内容】  
        【その他】 本件手続きをしたことに相違ありません。

特2000-183723

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-183723
受付番号	20002170063
書類名	手続補正書
担当官	伊藤 雅美 2132
作成日	平成13年 1月 9日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年11月10日
-------	-------------

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [598054049]

1. 変更年月日 1998年 3月19日

[変更理由] 新規登録

住 所 茨城県日立市中成沢町4丁目12番1号 茨城大学工学部システム工学科内

氏 名 佐々木 豊